

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PEMODELAN PERFORMA PENDINGINAN**

**EVAPORASI PADA GEDUNG AUDITORIUM UMS DENGAN**

***COMPUTATIONAL FLUIDS DYNAMICS (CFD)***



Disusun Oleh :

**ANDREY TRIAS ADINATA**

**NIM : D.200.110.017**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**TAHUN 2016**

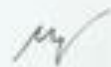
## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini, saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh sebagian syarat memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta,

Yang menyatakan,



Andrey Trias Adinata

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "STUDI PEMODELAN PERFORMA PENDINGINAN EVAPORASI PADA GEDUNG AUDITORIUM UMS DENGAN *COMPUTATIONAL FLUIDS DYNAMICS (CFD)*", telah disetujui Calon Pembimbing Utama untuk diusulkan sebagai Topik Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Andrey Trias Adinata**

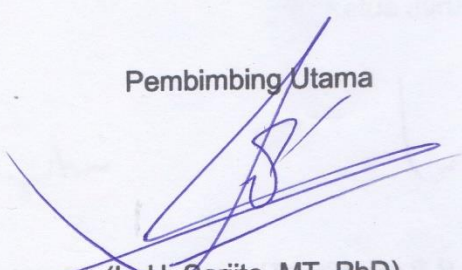
NIM : **D200110017**

Disetujui pada

Hari : **Rabu**

Tanggal : **15 Februari 2017**

Pembimbing Utama

  
(Ir. H. Sarjito, MT, PhD)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**STUDI PEMODELAN PERFORMA PENDINGINAN EVAPORASI PADA GEDUNG AUDITORIUM UMS DENGAN COMPUTATIONAL FLUIDS DYNAMICS (CFD)**", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **ANDREY TRIAS ADINATA**

NIM : **D200110017**

Disahkan pada

Hari : *Rabu*

Tanggal : *15 Februari 2017*

Tim Penguji :

Ketua : **Dr. Sarjito.**

Anggota 1 : **Ir. Subroto, MT.**

Anggota 2 : **Nur Aklis, ST, M.Eng.**

Dekan,

Ketua Jurusan



**(Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D)**

**(Tri Widodo B R, ST, MSc. Ph.D)**

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

239/A.3-II/TM/TA/II/2016 17 Februari 2016  
Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor ..... Tanggal .....

dengan ini :

Dr. Sarjito.

Nama : Lektor Kepala

Pangkat/Jabatan :

XXXXXXXXXXXXXX

Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua \*)

memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Andrey Trias Adinata

Nama : D 200 110 017

Nomor Induk : -

NIRM : Teknik Mesin / Akhir

Jurusan/Semester : STUDI PEMODELAN PERFORMANCE PENDINGINAN EVAPORASI PADA RUMAH  
TINGGAL NYAMAN DENGAN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

Judul/Topik :

Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya  
17 Februari 2016

Surakarta, .....

Pembimbing

Dr. Sarjito.

Pembimbing Pendamping  
Subroto, Ir. MT.  
Lektor Kepala

Keterangan :

\*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajar

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa



## **MOTTO**

“Menuntut ilmu adalah taqwa. Menyampaikan ilmu adalah ibadah.  
Mengulang – ulang ilmu adalah zikir. Mencari ilmu adalah jihad.”  
(Imam Al Ghazali)

“Siapapun yang belum pernah melakukan kesalahan tidak pernah  
mencoba sesuatu yang baru.” (Albert Einstein)

“Kesabaran adalah akhlak mulia, yang dengannya setiap orang  
dapat menghalau segala rintangan.” (Imam Syafi’i)

# **STUDY PEMODELAN PERFORMA PENDINGIN EVAPORASI PADA GEDUNG AUDITORIUM UMS DENGAN COMPUTATIONAL FLUIDS DYNAMICS (CFD)**

*Andrey Trias Adinata, Sarjito  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura  
Email : Andreytrias@yahoo.co.id*

## **Abstrak**

*Gedung merupakan sebuah tempat luas yang dapat mencakup ratusan orang. Agar temperatur di dalam gedung dalam kondisi nyaman maka muncul beberapa penelitian mengenai penangkap angin (wind catcher) dan nosel. Pada penelitian ini, model gedung yang akan disimulasikan adalah setara Auditorium HM. Djasman yang ada di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan Computational Fluid Dynamic (CFD) salah satu tekniknya adalah dengan melakukan penambahan pada bagian atas gedung berupa wind catcher dan nosel. Penelitian diawali dengan melakukan validasi dengan penelitian Abdullah (2016). Validasi dilakukan dengan membuat wind catcher dan gedung lalu membuat outlet pada dinding gedung dan outlet pada ventilasi gedung. Melakukan running lalu mengukur massflow pada plene yang ada di bawah wind catcher. Penelitian dilanjutkan melalui pengujian dengan melakukan variasi pada kecepatan angin 0,5 m/s; 1,5 m/s; 2,5 m/s; 3,5 m/s; 4,5 m/s; dan 5,5 m/s, kelembaban udara 5%, 10%, 15%, dan 25%, serta temperatur udara luar yang merepresentasikan di beberapa kota di Indonesia. Setelah melakukan running, menggunakan function calculator pada titik dan plane 5 m di atas lantai, didapatkan hasil kecepatan angin paling optimal pada 4,5 m/s, kelembaban udara yang paling optimal yaitu 5%. Lalu RH udara paling rendah di kota Manado.*

**Kata – kata kunci :** Wind catcher, CFD, nosel, temperatur

## **Abstract**

*The building is a wide area that can accommodate hundreds of people. So that the temperature in the building in the condition of the comfortable then appears some research about capturing the wind (wind catcher) and nozzle. This research on the model of the building that will be simulated is the equivalent of the Auditorium HM. Djasman in Muhammadiyah University Surakarta. The modeling is done using Computational Fluid Dynamic (CFD) one technique is to perform the addition on the top of the building in the form of wind catcher and nozzle. The research started with perform validation with research Abdullah (2016). Validation is performed by making a wind catcher and the building and make the electrical on the wall of the building and the electrical on the building ventilation. Do running and measured massflow on plane under the wind catcher. Research continued through testing with do variations in wind speed 0.5 m/s; 1.5 m/s; 2.5 m/s; 3.5 m/s; 4.5 m/s; and 5.5 m/s, air humidity 5%, 10%, 15%, and 25%, and the temperature of the outside air which represent in several cities in Indonesia. After running, use function calculator on the point and plane 5 m above the floor, obtained the results of the most optimal wind speed on 4.5 m/s, air humidity the most optimal is 5%. Then RH air most low in Manado city.*

**Key Words** : Wind catcher, CFD, nozzle, temperature



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum.Wr.Wb.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul “STUDI PEMODELAN PERFORMA PENDINGINAN EVAPORASI PADA GEDUNG AUDITORIUM UMS DENGAN COMPUTATIONAL FLUIDS DYNAMICS (CFD)”, dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Dr. Tri Widodo Besar Riyadi selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. H. Sarjito, MT, PhD selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberi petunjuk dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Agus Haryanto, Ir. MT selaku Pembimbing Akademik.
5. Kedua orang tua dan kakak – kakak saya yang telah mendukung, memberi semangat, dan mendo'akan.
6. Teman – teman saya satu angkatan, Abdul, Eko, Jamal, Riski, dan Agung.
7. Semua pihak yang telah membantu.

Wassalammu'alaikum.Wr.Wb

Semoga semua bantuan yang sudah diberikan menjadi amal soleh dan mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam

Semoga semua bantuan yang sudah diberikan menjadi amal soleh dan mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Semoga tugas akhir ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi kita semua.

Surakarta    Februari 2017  
Penulis



Andrey Trias Adinata

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi.....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pengesahan.....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir.....	v
Lembar Motto.....	vi
Abstrak.....	vii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel.....	xvi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka.....	6
-------------------------	---

2.2	Landasan Teori.....	9
2.2.1	Pengondisian Udara ( <i>Air Conditioning</i> ).....	9
2.2.2	Pendinginan Evaporasi.....	11
2.2.3	Rasio Kelembaban ( <i>Humidity Ratio</i> ).....	11
2.2.4	Karakteristik Aliran Fluida.....	11
2.2.5	<i>Computational Fluid Dynamic (CFD)</i> .....	12
2.2.6	Psikometrik.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram alir penelitian.....	15
3.2	Langkah – langkah penggunaan metode komputasi fluida.....	16
3.2.1	Melakukan validasi dengan penelitian Abdullah.....	16
3.2.2	Melakukan penelitian dengan variasi konfigurasi nosel, variasi kecepatan inlet, variasi RH dan variasi temperatur udara luar.....	21
BAB IV VALIDASI, HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Validasi.....	31
4.2	Hasil penelitian dan pembahasan.....	34
4.2.1	Studi efek variasi kecepatan angin.....	35
4.2.2	Studi efek variasi RH.....	36
4.2.3	Studi efek variasi temperatur udara luar.....	38
4.2.4	Diagram psikometrik.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ventilasi angin dan domain aliran.....	6
Gambar 2.2 Distribusi suhu dengan pendinginan evaporasi pasif.....	8
Gambar 2.3 Diagram daerah nyaman.....	10
Gambar 2.4 Jenis – jenis aliran fluida.....	12
Gambar 2.5 Diagram psikometrik.....	14
Gambar 3.1 Diagram alir.....	15
Gambar 3.2 Geometri pada <i>solidwork</i> .....	16
Gambar 3.3 Domain/batas pada <i>wind catcher</i> dan gedung.....	17
Gambar 3.4 Tipe <i>mesh high</i> .....	17
Gambar 3.5 <i>Outlet</i> pada dinding gedung.....	18
Gambar 3.6 <i>Outlet</i> pada ventilasi gedung.....	18
Gambar 3.7 Detail velpro.....	19
Gambar 3.8 <i>CFD Post plane</i> .....	20
Gambar 3.9 <i>Function calculator</i> .....	21
Gambar 3.10 Geometri model cerobong optimal dan gedung dengan penambahan domain/batas.....	22

Gambar 3.11 Tipe <i>mesh medium</i> .....	23
Gambar 3.12 <i>Boundary 1, boundary 2, dan boundary 3</i> .....	24
Gambar 3.13 Konfigurasi nosel 11.....	24
Gambar 3.14 <i>Boundary 1</i> .....	25
Gambar 3.15 <i>Boundary 1 dan boundary 3</i> .....	26
Gambar 3.16 <i>Boundary 1</i> .....	27
Gambar 3.17 Detail expression.....	28
Gambar 3.18 Detail <i>solver</i> .....	29
Gambar 3.19 CFD post titik (point).....	29
Gambar 3.20 CFD post plane.....	30
Gambar 3.21 <i>Function calculator</i> .....	30
Gambar 4.1 Korelasi hubungan <i>massflow</i> terhadap kecepatan udara masuk cerobong.....	33
Gambar 4.2 Grafik hubungan temperatur terhadap variasi kecepatan pada titik 5 m di atas lantai.....	35
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara temperature dengan variasi RH (%) pada inlet.....	37



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara variasi RH (%) pada inlet dan RH persen (%) pada titik 5 m di atas lantai.....	37
Gambar 4.5 Grafik hasil temperatur rata – rata pada plane 1,75 m di atas lantai variasi pembagian wilayah.....	40
Grafik 4.6 Grafik hasil RH persen pada plane 1,75 m di atas lantai terhadap variasi pembagian wilayah.....	41
Grafik 4.7 Grafik hasil kecepatan rata – rata pada plane 1,75 m di atas lantai terhadap variasi pembagian wilayah.....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data massflow pada ujung keluar cerobong pada berbagai kecepatan udara masuk (Abdullah, 2016).....	31
Tabel 4.2 Hasil data massflow pada ujung keluar cerobong dengan outlet pada dinding gedung.....	32
Tabel 4.3 Hasil data massflow pada ujung keluar cerobong dengan outlet pada ventilasi gedung.....	32
Tabel 4.4 Data temperatur terhadap variasi kecepatan pada titik 5 m di atas lantai.....	35
Tabel 4.5 Hasil temperatur dan RH persen pada titik 5 m di atas lantai dari variasi RH pada inlet.....	36
Tabel 4.6 Kota dan variasi temperatur udara luar.....	38
Tabel 4.7 Kota dan variasi kelembaban udara luar.....	39
Tabel 4.8 Hasil dari RH persen, temperatur rata – rata, dan kecepatan rata – rata pada plane 1,75 m di atas lantai di beberapa kota.....	39
Tabel 4.9 Data nama pulau dan letak geografis dari beberapa kota.....	40